

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-202126

(43) 公開日 平成11年(1999) 7月30日

(51) Int.Cl.⁶

G 0 2 B 5/28

B 3 2 B 7/02

識別記号

1 0 3

F I

C 0 2 B 5/28

B 3 2 B 7/02

1 0 3

審査請求 未請求 請求項の数4 O L (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願平10-3907

(22) 出願日 平成10年(1998) 1月12日

(71) 出願人 000231073

日本航空電子工業株式会社

東京都渋谷区道玄坂1丁目21番2号

(72) 発明者 上原 昇

東京都渋谷区道玄坂1丁目21番2号 日本
航空電子工業株式会社内

(72) 発明者 伊藤 和彦

東京都渋谷区道玄坂1丁目21番2号 日本
航空電子工業株式会社内

(74) 代理人 弁理士 草野 卓 (外1名)

(54) 【発明の名称】 誘電体多層膜フィルタ

(57) 【要約】

【課題】 膜応力による反りを小とし、光学部品の組立て時に表裏の区別を必要とせず、工数を減少する。

【解決手段】 厚さが0.1mm程度の石英基板11の両面に、2種類の誘電体材料層を、交互に積層して、同一設計つまり、基板11に対し対称な誘電体多層膜12、31を形成する。

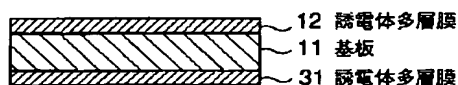


図1A

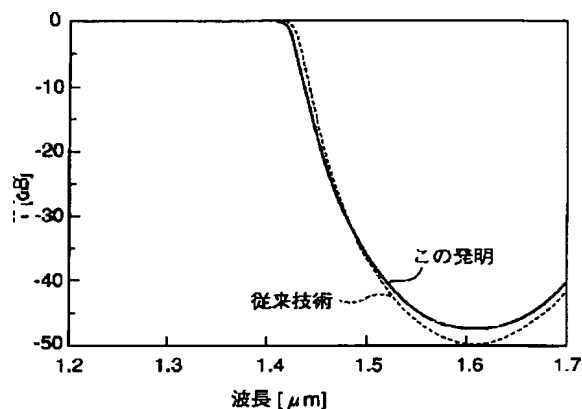


図1B

【特許請求の範囲】

【請求項1】 基板の表面と裏面とに、それぞれ屈折率の異なる誘電体を積層した誘電体多層膜が形成されていることを特徴とする誘電体多層膜フィルタ。

【請求項2】 上記表面と裏面の誘電体多層膜は上記基板に対して対称構造とされていることを特徴とする請求項1記載の誘電体多層膜フィルタ。

【請求項3】 上記基板は厚さが0.15mm程度以下であることを特徴とする請求項1又は2記載の誘電体多層膜フィルタ。

【請求項4】 光通信用光学素子に、その光学通路に対し、その光進方向に対して傾斜して挿入実装されていることを特徴とする誘電体多層膜フィルタ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は例えば光通信分野において目的とする波長の光を選択あるいは遮断するために用いられ、基板上に屈折率の異なる誘電体を積層した誘電体多層膜フィルタに関する。

【0002】

【従来の技術】光通信分野においては、異なる波長を含んだ光信号を分離するために誘電体多層膜を用いた誘電体多層膜フィルタを用いてきた。従来の誘電体多層膜フィルタは図2Aに示すように基板11上の片面にのみ誘電体多層膜12が形成されているものであった。誘電体多層膜12は屈折率が異なる誘電体層が積層されて構成される。最近の光通信分野における各種装置、光学素子等の小型化に伴ない、誘電体多層膜フィルタ自体も小型化がなされてきた。

【0003】誘電体多層膜フィルタの実装方法としては、光ファイバと光ファイバの間に間隙を設けて、その間に誘電体多層膜フィルタを挿入する方法、光導波路内に間隙を設け、その間隙に誘電体多層膜フィルタを挿入する方法等がある。光ファイバ間に誘電体多層膜フィルタを内挿したものを図3に示す。光ファイバ13、14の皮膜が除去された芯線15、16の端面間に誘電体多層膜フィルタ17が介在される。光ファイバ13、14は固定用基板18に保持され、固定用基板18にフィルタ内挿用溝19が形成されフィルタ内挿用溝19内に誘電体多層膜フィルタ17が挿入保持される。芯線15、16も固定用基板18に形成された溝内に位置決めされる。芯線15、16は1直線上にあり、この直線に対し、誘電体多層膜フィルタ17はわずかに斜めに芯線15、16間に挿入されている。

【0004】図4に光導波路内に誘電体多層膜フィルタ17を挿入した例を図4に示す。固定基板21上にクラッド層22が形成され、クラッド層22内に光導波路(コア)23、24、25に埋込まれ形成されている。光導波路23、24は1直線上に在り、光導波路23、24間に、これと斜めのフィルタ内挿用溝26が形成さ

れ、光導波路23、24の各一端間に挟まれて誘電体多層膜17がフィルタ内挿用溝26が挿入保持される。光導波路23と25は誘電体多層膜フィルタ17の一面で重なって、挟み角度をなすように形成されている。

【0005】これらの光学素子において、誘電体多層膜フィルタ17としては、波長が λ_1 の光を透過させ、波長が λ_2 の光を反射させる特性のものを使用すれば、光ファイバ15あるいは光導波路23内を伝搬する2つの波長成分 λ_1 、 λ_2 のうち波長成分 λ_2 を阻止し、必要な波長成分 λ_1 のみを光ファイバ16あるいは光導波路24に伝搬させることができる。図3において光ファイバ15、16間に誘電体多層膜フィルタ17を内挿する場合、入力光ファイバ15を伝搬してきた光は溝19内では回折により光ビームが拡がり、出力用光ファイバ16には一部の光しか結合しない。しかし、フィルタ17を内挿する溝19の幅を十分小さくすれば、光の損失を実用上問題ない程度にまで小さくできる。例えば、比屈折率差0.3%でコア径10 μ mの光ファイバを使用する場合、溝19の溝幅が0.1mmであれば3dB程度の損失で済む。このような理由から、光通信用光学素子で使用される誘電体多層膜フィルタ17では、通常一辺が約1mmで、厚さが0.1mm程度と極めて薄い基板11が使用されている。なお、誘電体多層膜12自体の総膜厚は10 μ m以下であるので、基板11の厚さがフィルタ17自体の厚さを決めている。

【0006】ところで、このように微小なサイズの誘電体多層膜フィルタ17を光通信用光学素子に実装する場合には、フィルタ17の表裏を区別した後、内挿する必要がある。今、図4で示される光導波路において、光導波路23より光信号が入力される場合を考える。フィルタ17の誘電体多層膜12が施されている面が光導波路23、25側に接している場合は、伝搬してきた波長成分 λ_1 、 λ_2 のうち波長成分 λ_2 の光信号は光導波路23とフィルタ17との境界で反射されるために、反射信号は光導波路25に結合する。

【0007】ところが、誘電体多層膜フィルタ17の表裏を逆にして挿入した場合は、波長成分 λ_2 の光信号は光導波路24とフィルタ17との境界で反射されるために、反射光の位置がずれ、反射光信号は光導波路25に結合することができない。そのために、誘電体多層膜フィルタ17を装着時に、その表裏を判別することが必要とされる。ところで、光通信用光学素子で使用される誘電体多層膜フィルタ17の基板は先述のように0.1mm程度の薄い基板11が使用される。そのため、基板11の片面全面に成膜する図2Aに示したような誘電体多層膜フィルタの場合、基板が非常に薄いことから、ただ、目視で光の反射加減を見ただけでは判別が困難である。

【0008】そこで、基板11の表面にマスクをおいて、光信号の通過領域のみ部分的に誘電体多層膜を成膜

したものがある。その例を図2B、2Cに示す。この図において、基板11上に部分的に誘電体多層膜12を施す、部分的に誘電体多層膜12を施すことで、光学顕微鏡による目視検査により、誘電体多層膜フィルタ12の面上の光の反射面の位置から、部分成膜された表面と裏面との判別をおこなう。そのため、多層膜フィルタ17の装着時にフィルタ17個々に人間の目による表裏判別が必要となるために、光学部品素子の製作工数が増加し低価格化を妨げてきた。

【0009】工数が増加するのみならず、この際に問題になるのが、マスクの厚みによりマスクの端のところで、成膜される誘電体多層膜12が不均一な膜厚分布をもってしてしまうことである。また、このように薄い基板11上に片面のみ誘電体多層膜12を成膜すると初期には平らな基板11であったものが、成膜後には膜応力により、反りを発生してしまう。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】今までは、光学部品が比較的大きく、誘電体多層膜フィルタ17の基板も厚いものを用いることができたため片面のみ成膜しても、表裏判別が容易であり、成膜後の膜応力による反りの発生がなかった。しかし光通信用フィルタでは厚くすると損失が大幅に増加し、一方薄い基板を使用すると、表裏判別が困難であり、かつ膜応力による反りが発生する問題があった。

【0011】

【課題を解決するための手段】そこで、この発明では、基板の表面だけでなく裏面にも同一の誘電体多層膜を成膜する。この場合、同一の誘電体多層膜を基板の両面に成膜するので、誘電体多層膜フィルタは表裏の区別がなく対称となる。したがって、表裏区別を判別する工程を

波長 $1.31\mu\text{m}$

波長 $1.55\mu\text{m}$ 、 $1.66\mu\text{m}$

【0015】光の入射角 θ_i は4度。光ファイバ芯線15、16の各コアの屈折率は波長 $1.31\mu\text{m}$ で1.41とする。基板11の材質は厚さが 0.1mm の石英ガラスとする。各誘電体多層膜12、31を2種類の誘電体材料、5酸化タンタル Ta_2O_5 と2酸化珪素 SiO_2 を用いて構成する。それぞれの屈折率は波長 1300nm において、2.0と1.45である。片面のみに成膜する場合には積層される膜数は全部で41層である。これに対して、両面に同一の膜設計の誘電体多層膜12、31を形成した場合は、1面当たりの膜数を低減することができる、片面で37層で済んだ。

【0016】図1Bは両者の透過損失特性を示したものである。点線は片面に誘電体多層膜をもつ誘電体多層膜フィルタ(図2A)の、実線は両面に同一の誘電体多層膜を有する誘電体多層膜フィルタ(図1A)の透過特性である。必要とされる波長 $1.31\mu\text{m}/1.55\mu\text{m}$ 、 $1.66\mu\text{m}$ では、実用上ほぼ同等の透過特性が得

除くことができ、そのためのマスクを付ける工程が削減できる。

【0012】また、従来は、主に電子ビーム蒸着法により誘電体多層膜が成膜されていた。この場合基板温度は 200°C 以上の高温になるため室温に戻したときに生じる熱収縮によるこれら熱応力の発生が顕著であった。しかしこの発明では誘電体多層膜が基板の表裏に形成されているため前記熱応力の問題はそれ程影響がない。特に 80°C 程度の比較的低温で成膜可能なイオンビームスパッタ法、原子ビームスパッタ法、あるいはイオンアシスト蒸着法により成膜を行えば基板の両面に同一の誘電体多層膜をそれぞれ成膜することの相乗効果により、膜応力はつり合いが保たれ、反りの発生を無くすか、低減することが可能となる。

【0013】

【発明の実施の形態】図1Aにこの発明の実施例を示す。この図に示すようにこの発明によれば石英ガラスのような透明基板11の両面に誘電体多層膜12、31が形成される。これら誘電体多層膜12、31の膜設計が同一である。つまり、基板11に対し誘電体多層膜12、31は対称な構造となる。誘電体多層膜12、31はそれぞれ屈折率が異なる誘電体層が多層に積層されるが、両誘電体多層膜12、31に用いる誘電体層の材質膜厚も同一であり、その積層数も同一であって、基板11に直接接する誘電体層も同一とされる。

【0014】次に図2の光学部分にこの発明のフィルタ32を適用した具体例を示す。この例は光通信分野における $1.3\mu\text{m}$ 透過、 $1.55\mu\text{m}$ 遮断型誘電体多層膜フィルタ32に適用した例を示す。光学的仕様としては以下の通りである。

: 透過損失 $< 0.2\text{dB}$ 。

: 透過損失 $> 35\text{dB}$ 。

られた。

【0017】図4に示した光学要素にこの発明による両面誘電体多層膜フィルタ32を用いると、誘電体多層膜フィルタ31で光導波路23より入射された光信号のうち、波長が λ_1 の光を透過させ、波長が λ_2 の光を反射させ、光導波路23内を伝搬する2つの波長成分 λ_1 、 λ_2 のうち波長成分 λ_2 のみを反射させ光導波路25へ供給し、また、波長成分 λ_1 のみを光導波路24へ伝搬させることができる。光導波路25への反射光は、光導波路23、25とフィルタ32との接触面でも比較的大きな反射が得られ、従来のフィルタ17を用いる場合より波長成分 λ_2 を少ない損失で得ることができる。

【0018】基板11としては光損失を少なくする点から厚さは 0.15mm 程度以下が好ましい。

【0019】

【発明の効果】この発明の誘電体多層膜フィルタによれば、表裏の区別がないため片面のみ成膜していた従来の

誘電体多層膜フィルタで問題であった膜応力による“反り”をなくすか、低減することができる。また、誘電体多層膜フィルタを用いる光学部品の製造工程でフィルタの表裏区別を判別する工程を除くことができ、そのためのマスクを付ける工程が削減でき低価格な誘電体多層膜フィルタができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】Aはこの発明による誘電体多層膜フィルタを例示する断面図、Bは誘電体多層膜フィルタの透過特性を示すグラフである。

【図2】Aは従来の誘電体多層膜フィルタを示す断面図、Bは従来の基板の一部に誘電体多層膜を形成したフィルタを示す平面図、CはBのA、A'線断面図である。

【図3】光学要素の例を示し、Aは平面図、Bは断面図である。

【図4】光学要素の他の例を示し、Aは平面図、Bは断面図である。

【図1】

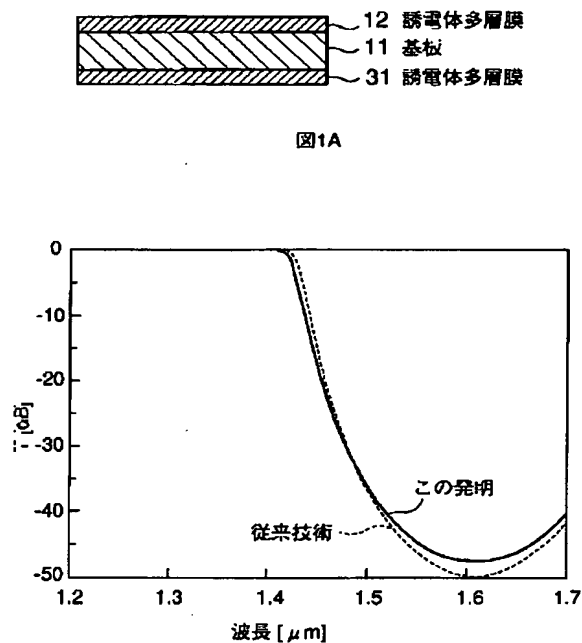


図1B

【図2】

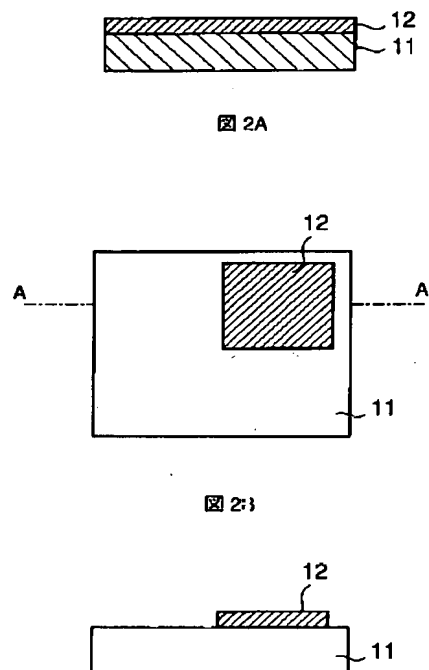


図 2B

図 2C

【図3】

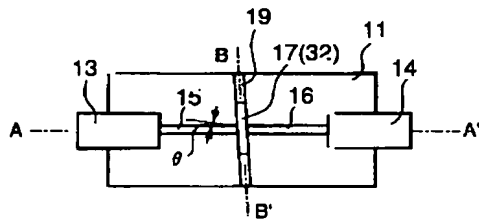


図 3A

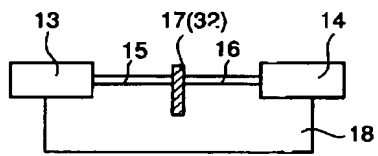


図 3B

【図4】

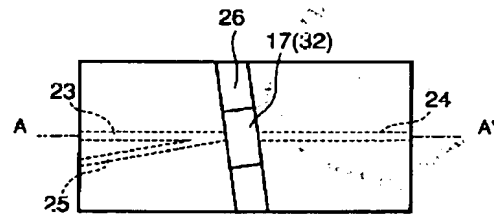


図 4A

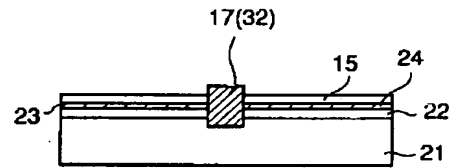


図 4B

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER: _____**

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.